

[最近のトピックス] 口腔生物学系生理学分野

レーザースペckルイメージング血流計を用いた単一ネフロン血流のマルチ解析例

新岡 丈治

Takeharu NIIOKA

北海道医療大学歯学部口腔生物学系生理学分野

Department of Oral Biology, Division of Physiology, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

著者は、近年開発されたレーザースペckルイメージング血流計 (Laser speckle imaging flowmeter : LSI) を用いて、主にラット頭部・顔面領域における血流調節のイメージング解析を行っている。LSIは、組織表面の血流情報を、CCDカメラから2次元の画像データとして任意の時間間隔 (最短30フレーム/秒) で連続して収集可能な機器であり、CCDカメラのズームに依存する部分はあるが、局所 (取得画像の1ピクセル) から広範囲 (取得画像全体) までの任意の範囲で血流変化を比較・解析することができる。従来の血流測定機器や方法 (レーザードップラー血流計やマイクロスフェア法など) では、測定範囲や計測時間間隔に制限があったが、LSIでは、これらの制限が克服されている。

今回は、これらのLSIの利点を生かして、単一ネフロンの血流 (輸入細動脈血流) を測定し、尿細管糸球体フィードバック機構が働いている際のネフロン間の相互作用について報告した論文を紹介する (Holstein-Rathou NH, Sosnovtseva OV, Pavlov AN, Cupples WA, Sorensen CM and March DJ, Nephron blood flow dynamics measured by laser speckle contrast imaging. *Am J Physiol Renal Physiol.*, 2010, in press)。

尿細管糸球体フィードバックとは、傍糸球体装置の緻密斑における尿細管液の Cl^- 濃度が変化した際に、輸入細動脈末端部を収縮あるいは弛緩させ、腎血流量ならびに糸球体濾過量を精密に調節する機構である。この機構は、単一ネフロン各々に存在し機能しているが、ネフロン同士の相互作用が有ることが報告されている (Holstein-Rathou NH, Pflügers Arch, 408 : 438-443, 1987)。1つのネフロンの尿細管糸球体フィードバックが作動すると、輸入細動脈の細胞膜で脱分極が生じ、この電位が近傍のネフロンへと伝わり、ネフロン間の相互作用が生じる (Marsh DJ et al., *Am J Physiol Renal Physiol*, 296 : F751-F761, 2009)。

このネフロン間の相互作用は、ネフロンの血流を測定し、尿細管糸球体フィードバック機構が働いた際に認められる血流変化のオシレーション頻度やタイミングをネフロン間で比較・解析する方法で調べられてきたが、従

来の血流測定法では、最大でも2~3個のネフロンの血流を同時測定するのが限界であり、どの程度の範囲で相互作用が認められるのかは不明であった。Holstein-Rathou NHらは、LSIを用いて腎表面の血流変化を観察し、測定範囲中にある複数個 (50~100個) のネフロンの血流変化を同時に観察し、オシレーションの発現パターンや頻度を解析することによって、尿細管糸球体フィードバック機構のネフロン間相互作用を調べた。

その結果、尿細管糸球体フィードバックにおける血流調節は、血流調節時に認められるオシレーションのピークレベルや頻度は、個々のネフロン毎に異なるが、発現パターンが2~3個単位の近傍のネフロンで同期していることを明らかにした (図1)。

この様にLSIは、従来の血流測定機器・方法では得られなかった情報を取得することができるため、生理的・病態生理的な血流調節に新たな知見を提供することが可能であると思われる。

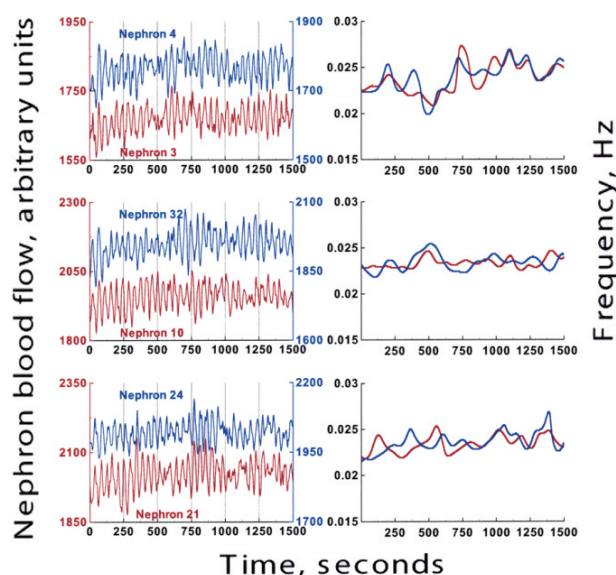


図1 Am J Physiol Renal Physiol, 2010, in pressより
Recordings from three pairs of efferent arterioles, showing relative blood flow as a function time on the left, and frequency as a function of time on the right. The 3 pairs are those with the lowest proximity.